

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/001434

International filing date: 26 January 2005 (26.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-024373
Filing date: 30 January 2004 (30.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 17 March 2005 (17.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

26. 1. 2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 1 月 3 0 日
Date of Application:

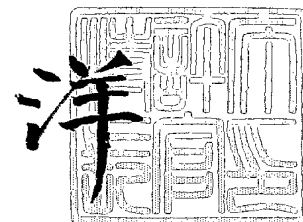
出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 2 4 3 7 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 2 4 3 7 3]

出 願 人 独 立 行 政 法 人 科 学 技 術 振 興 機 構
Applicant(s):

2 0 0 5 年 3 月 4 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 P2417JST
【提出日】 平成16年 1月30日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 B01J 19/00
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区神田司町 2 - 1 9
 【氏名】 小林 修
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都世田谷区桜 2 - 4 - 1 - 3 0 5
 【氏名】 森 雄一郎
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都文京区本郷 7 - 3 2 - 2 - 3 0 4
 【氏名】 北森 武彦
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都足立区千住大川町 4 6 - 3
 【氏名】 上野 雅晴
【発明者】
 【住所又は居所】 埼玉県所沢市東所沢和田 1 - 3 3 - 3 5
 【氏名】 岡本 訓明
【特許出願人】
 【識別番号】 503360115
 【氏名又は名称】 独立行政法人科学技術振興機構
【代理人】
 【識別番号】 100082876
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 平山 一幸
 【電話番号】 03-3352-1808
【選任した代理人】
 【識別番号】 100069958
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 海津 保三
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 031727
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0316160

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

流路の内壁に固相となる金属触媒または金属錯体触媒を担持したマイクロリアクターを用いた接触還元反応方法であって、

液相となる被還元物質を溶解した溶液及び気相となる水素を、上記流路にパイプフロー状態で流し、上記溶液と上記気体との反応を上記金属触媒または金属錯体触媒により促進される固相-液相-気相の 3 相系接触還元反応で行うことを特徴とする、マイクロリアクターを用いた接触還元反応方法。

【請求項 2】

前記金属触媒または金属錯体触媒が、高分子に取り込まれていることを特徴とする、請求項 1 に記載のマイクロリアクターを用いた接触還元反応方法。

【請求項 3】

前記高分子に取り込まれた金属触媒は、パラジウムであることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載のマイクロリアクターを用いた接触還元反応方法。

【請求項 4】

前記高分子に取り込まれた金属触媒錯体は、パラジウム錯体触媒であることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載のマイクロリアクターを用いた接触還元反応方法。

【請求項 5】

前記高分子に取り込まれた金属触媒は、クロム、マンガン、鉄、コバルト、ニッケル、銅、モリブデン、ルテニウム、ロジウム、タングステン、オスミウム、イリジウム、白金のいずれかであることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載のマイクロリアクターを用いた接触還元反応方法。

【請求項 6】

前記高分子に取り込まれた金属錯体触媒は、クロム、マンガン、鉄、コバルト、ニッケル、銅、モリブデン、ルテニウム、ロジウム、タングステン、オスミウム、イリジウム、白金のいずれかの金属錯体触媒であることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載のマイクロリアクターを用いた接触還元反応方法。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マイクロリアクターを用いた接触還元反応方法

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、マイクロリアクターを用いた接触還元反応方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

不均一系触媒を用いる接触水素化反応、所謂接触還元反応は化学工業の最も重要なプロセスの一つであり、芳香族ニトロ化合物や不飽和結合の水素化や水素化分解による脱ベンジル化反応など広く利用されているが、しばしば収率の低下や反応の進行の遅れなどが認められる。

これらの問題点は、触媒表面（固相）－溶液（液相）－水素ガス（気相）（以下、固相－液相－気相反応または3相系接触還元反応と呼ぶ。）の各層間の接触面積を増大させることにより改善されるため、激しく攪拌したり、水素ガスを細かい泡として吹き込むなどの工夫が試みられてきた。

また、通常の実験容器（以下、適宜、フラスコ反応と呼ぶ。）による接触水素化反応では、系内に水素ガス、溶媒蒸気、高活性な金属触媒が共存するため発火や爆発が生じる可能性がある。

【0 0 0 3】

一方、近年、マイクロリアクターを用いる有機合成が急速に発展しつつある。マイクロリアクターは、ガラスなどの不活性材料にその大きさが数～数百 μm のマイクロ流路（以下、適宜マイクロチャンネルと呼ぶ。）を有する微小反応器の総称である。マイクロリアクターの反応器は小さいので、厳密な温度コントロールを容易に行うことができる。したがって、マイクロリアクターを用いる合成反応では、単位体積あたりの表面積が大きいので、（1）界面での反応効率が、（2）分子拡散による混合が効率的、（3）温度制御が容易などの利点を有している。

このように、マイクロリアクターによる合成反応は通常の実験容器による合成反応よりも反応時間が早く、取り扱う薬液も微量で済むためにコストが低く、新規な化合物や薬品のために開発用反応器として注目されている。

【0 0 0 4】

非特許文献1においては、マイクロリアクターを用いた水素添加反応が記載されているが、マイクロチャンネルの内壁部に触媒を固定化した気相－固相の2相反応である。

【0 0 0 5】

また、マイクロリアクターのマイクロチャンネルに反応物としての液体及び気体を通過させる形態としては、スラグフロー及びパイプフローが知られている。

図6は、従来のマイクロチャンネル中の（a）スラグフロー及び（b）パイプフローを模式的に示す断面図である。図6（a）に示すように、スラグフローにおいては、ガラス基板に配設されたマイクロチャンネル51中を、液体52と気体53が交互に通過する状態である。また、図6（b）に示すように、パイプフローにおいては、気体53がマイクロチャンネル51の中心部を通過し、液体52は気体53とマイクロチャンネルの内壁部51aとの間を通過する。

マイクロチャンネル内の流体がスラグフロー及びパイプフローのいずれの形態をとるかは、マイクロチャンネル51を通過する液体52と気体53の流量などを調節することにより制御できる。

【0 0 0 6】

マイクロチャンネルのスラグフローによる反応としては、以下の非特許文献が挙げられる。非特許文献2には、気相－液相からなる2相反応によるフッ素化反応が記載されている。

【0 0 0 7】

また、マイクロリアクターのパイプフローによる反応としては、以下の非特許文献が挙

げられる。非特許文献3には、気相-液相の2系反応であるフッ素加反応が記載されている。また、非特許文献4には、固体に担持された触媒をマイクロチャンネルに詰めた、パイプフロー類似の水素化反応が記載されている。

【0008】

【非特許文献1】 R. S. Besser, 他2名, Chem. Eng. Sci., Vol.58, p.19 (2003)

【非特許文献2】 K. Jahnisch 他, J. Fluorine Chem., Vol. 105, p. 117 (2000)

【非特許文献3】 R. D. Chambers and R. C. H. Spink, Chem. Commun. 883(1999)

【非特許文献4】 M. W. Losey, 他2名, Ind. Eng. Chem. Res., Vol. 40, p. 2555 (2001)

【非特許文献5】 R. Akiyama and S. Kobayashi, J. Am. Chem. Soc., Vol.125, pp. 3412-3413 (2003)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、これまでに不均一系触媒を用いた固相-液相-気相の3相系接触還元反応をマイクロリアクターにより効果的に実現できた例はない。

【0010】

本発明は、上記課題に鑑み、固相-液相-気相の3相系接触還元反応を短時間で収率良く行うことができる、マイクロリアクターを用いた接触還元反応方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するため、本発明のマイクロリアクターを用いた接触還元反応方法は、流路の内壁に固相となる金属触媒または金属錯体触媒を担持したマイクロリアクターを用いた接触還元反応方法であって、液相となる被還元物質を溶解した溶液及び気相となる水素を、流路にパイプフロー状態で流し、溶液と気体との反応を金属触媒または金属錯体触媒により促進される固相-液相-気相の3相系接触還元反応で行うことを特徴とする。上記構成によれば、被還元物質の3相系接触還元反応による水素化反応及び水素分解反応を短時間で収率よく行うことができる。

【0012】

上記構成において、金属触媒または金属錯体触媒が、好ましくは、高分子に取り込まれている。高分子に取り込まれた金属触媒は、好ましくは、パラジウムである。また、高分子に取り込まれた金属触媒錯体は、好ましくは、パラジウム錯体触媒である。

また、高分子に取り込まれた金属触媒は、好ましくは、クロム、マンガン、鉄、コバルト、ニッケル、銅、モリブデン、ルテニウム、ロジウム、タングステン、オスミウム、イリジウム、白金のいずれかである。

また、高分子に取り込まれた金属錯体触媒は、好ましくは、クロム、マンガン、鉄、コバルト、ニッケル、銅、モリブデン、ルテニウム、ロジウム、タングステン、オスミウム、イリジウム、白金のいずれかの金属錯体触媒である。

これらの触媒によれば、マイクロリアクターのマイクロチャンネルの内壁部に触媒を担持して、3相系接触還元反応を短時間で行うことができる。さらに、生成物と触媒との分離や触媒の回収などの煩雑な操作も不要となるので、長時間の連続運転が可能である。

【発明の効果】

【0013】

本発明のマイクロリアクターを用いた接触還元反応方法によれば、被還元物質の水素化などの反応を短時間にかつ収率よく実施することができる。

また、本発明のマイクロリアクターを用いた接触還元反応方法においては、被還元物質、気体等の原料とその供給や攪拌などに必要な電気などの動力の消費量が極めて小さいので、従来の反応容器を用いた反応に比べて低コストである。したがって、薬剤やファインケミカルの探索などに必要な3相系接触還元反応を低コストで行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0014】**

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

図1は本発明の実施の形態に用いるマイクロリアクターの構成を模式的に示しており、図1(a)は平面図、図1(b)は図1(a)のY-Y線に沿う部分断面図である。

マイクロリアクター1は、不活性材料であるガラスなどからなる基板2、3と、基板2に蛇行して設けられるマイクロチャンネル(流路)4と、マイクロチャンネル4の表面に固定すなわち担持された触媒5と、送液ポンプ6を介して供給される被還元物質を溶解した溶液7と、ガスバルブ8を介して供給される水素9を供給する水素ガスボンベ9aと、回収容器10と、を備えている。

【0015】

マイクロチャンネル4は、エンドミルなどの工具による研削やマスクを用いたエッチングにより、その断面が矩形や半円形状に刻設される。図1(b)に示すように、マイクロチャンネル4が設けられた基板2は、同じ大きさのマイクロチャンネルを刻設しない基板3と対向するようにして溶液7及び水素9が漏れないように密着固定されている。

ここで、マイクロチャンネル4を刻設する基板2及び対向させる基板3は、被還元物質や有機溶媒に侵されない材料であればよく、ガラスの他には樹脂や金属などの材料でもよい。

【0016】

溶液7は送液ポンプ6とテフロン(登録商標)チューブなどにより接続され、図示しないシリジポンプなどを用いた流量調整部によりその供給量が制御される。同様に、水素ガスボンベ9aはガスバルブ8とテフロン(登録商標)チューブなどにより接続され、図示しないマスフローコントローラーなどを用いた流量調整部によりその供給量が制御される。溶液7及び水素9は、マイクロチャンネルの入力部4aにおいて合流する。回収容器10は、マイクロチャンネルの出力部4bにテフロン(登録商標)チューブなどにより接続されている。

【0017】

図2は、本発明のマイクロチャンネルを通過する溶液及び水素の状態を示す断面図である。図示するように、マイクロチャンネルを通過する水素14は、マイクロチャンネル4の中心部を通過する。マイクロチャンネルを通過する溶液12は、マイクロチャンネルを通過する水素14とマイクロチャンネルの内壁部4cに担持された触媒5との間を通過し、所謂、パイプフロー状態となり、マイクロチャンネルの入力部4aから出力部4bまでを通過する。この際、図示しない溶液7及び水素9の流量調整部により、溶液7及び水素9の流量が上記のパイプフロー状態となるように制御される。

【0018】

このようなマイクロリアクター1を用いて固相-液相-気相反応を行うには、送液ポンプ6から液相反応液7を、ガスバルブ8から水素9をマイクロチャンネル4にパイプフローとなるように注入する。

そして、マイクロチャンネル4を通過中に、その内壁4cに担持した触媒5の作用により、マイクロチャンネルを通過する反応溶液12及び水素14を反応させる。反応により生成した目的物を含む反応混合物は、回収容器10に集められ、必要に応じて外部に取り出される。

【0019】

ここで、固相-液相-気相反応に用いる固相の触媒5としては、クロム(Cr)、マンガン(Mn)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、モリブデン(Mo)、ルテニウム(Ru)、ロジウム(Rh)、タングステン(W)、オスミウム(Os)、イリジウム(Ir)、白金(Pt)のいずれかの金属触媒または金属錯体触媒を用いることができる。

【0020】

また、触媒5は、上記の金属触媒または金属錯体触媒をポリマー内に固定化したポリマ

ー封入触媒（以下、P I 触媒と呼ぶ。）5 が好適である（非特許文献 5 参照）。

P I 触媒 5 は、マイクロチャンネルの内壁 4 c から脱離しないように強固な接合とするために、共有結合で固定化、すなわち担持することが好ましい。そのためには、マイクロチャンネルの内壁 4 c がガラスの場合には、後述する P I 触媒 5 のスペーサー 4 d の一端をトリアルコキシシラン構造で修飾して、ガラス表面のシラノール基と結合させる。また、スペーサー 4 d の他端をアミノ酸基等の官能基で修飾しておくことにより直接 P I 触媒 5 の高分子表面の例えばエポキシ基と結合させることができる。

また、マイクロチャンネルの内壁 4 c が樹脂の場合には、樹脂表面をアミノ酸基等の官能基で修飾すれば、同様に上記のエポキシ基と結合させることができる。

これにより、P I 触媒 5 をマイクロチャンネルの内壁 4 c に強固に担持できるので、マイクロチャンネルの内壁 4 c からの脱離が生じなくなり、繰り返し使用ができる。

【0021】

次に、P I 触媒 5 の担持方法の一例を説明する。

図 3 は、P I 触媒 5 をマイクロチャンネル 4 に担持する反応を模式的に示す図である。図示するように、ポリマーが適当な溶媒に溶解され、さらに触媒を含む材料が添加されることで、触媒がマイクロカプセル化される（図 3（a）参照）。このマイクロカプセル化された触媒 5 a においては、金属あるいは金属錯体はカプセル内部だけでなく表面や表面近くに存在する。

次に、マイクロカプセル化した触媒 5 を含む溶液をマイクロチャンネル内に通し、加熱することにより、アミノ基を有するスペーサーで修飾されたガラス表面 2 0 と結合させる（図 3（b）参照）。

図 3（c）は、このようにして得られた P I 触媒 5 が担持されたマイクロチャンネルの内壁を模式的に示す図であり、4 d はマイクロチャンネルの表面基と触媒とのスペーサーを示している。

【0022】

本発明の 3 相系接触還元反応方法によれば、被還元物質を含む溶液 7 を触媒が担持されたマイクロチャンネルの内壁 4 c に接するように流し、水素 9 がマイクロチャンネル 4 の中央部を流れる、所謂パイプフロー状態で 3 相系接触反応を短時間に行うことができる。この際、マイクロチャンネル内壁 4 c に金属触媒 5 が担持されているので、例えば高価なパラジウム触媒の回収再生の手間が不要となり、さらに、マイクロリアクター 1 による反応であるので、反応に使用する被還元物質、溶媒、水素 9 の使用量も激減することから、低コストである。

また、多数のマイクロリアクター 1 を平行に並べるだけで、反応装置のスケールアップは容易であるので、望ましい生成物を容易に迅速に、且つ必要量だけ得られ、原料消費量、所要時間、空間が少なく、分離精製のような処理を要しないほど純粋な形で生成物を得ることができる。

したがって、本発明の 3 相系接触還元反応方法によれば、医薬とその製造工程開発用の極めて好適な反応方法となる。また、グリーン化学（環境適合化学）にも好適である。

【実施例 1】

【0023】

次に、本発明の実施例について説明する。

図 1 のマイクロリアクター 1 を用い、被還元物質としてベンザルアセトンの水素化を行った。マイクロリアクターとしては、大きさが 3 cm×7 cm のガラス板 2 に長さが 4.5 cm のマイクロチャンネル 4 を有するものを用いた。マイクロチャンネル 4 の断面形状は、幅 200 μm、深さが 100 μm の半円形状である。そして、マイクロチャンネルの内壁 4 c には、パラジウムをポリマー上に固定化したポリマー封入パラジウム（以下、P I パラジウム触媒と呼ぶ。）5 を、150℃で固定化した（図 3（c）参照）。

【0024】

マイクロチャンネル 4 には、被還元物質としてベンザルアセトンの THF（テトラヒドロフラン）溶液（濃度 0.1 モル％／1000 cm³）7 及び水素ガスを、それぞれ 0

・ 1 cm^3 / 時間及び 1 cm^3 / 分の流量で供給し、被還元物質及び水素 9 をパイプフロー状態でマイクロチャンネル 4 を通過させ、ベンザルアセトンの水素化反応を行った。なお、反応は室温で行った。

【0025】

次に、反応生成物をプロトンを用いた NMR（核磁気共鳴装置、以下、 ^1H -NMR と呼ぶ。）により分析した。

図 4 は、実施例 1 のベンザルアセトンの水素化反応による反応生成物を示す図である。図から明らかなように、反応時間として 5 分以内にベンザルアセトンの水素化により、4-フェニル-2-ブタノン及び 4-フェニル-2-ブタノールが、それぞれ 97%、3% の収率で得られた。

本実施例 1 の水素化反応時間は、マイクロチャンネル 4 の全容積と液相の容積流速から計算したところ約 5 分であり、実測値は 2 分であった。この反応時間の値は、通常のフラスコ反応の場合の約 1 時間と比較すると約 $1/30$ である。

【実施例 2】

【0026】

実施例 2 として、被還元物質としてシクロヘキセン-2-オンを使用し、被還元物質の THF 希釈液濃度及びその流量、水素 9 の流量を実施例 1 と同じ条件で、水素化反応を行った。反応時間は 5 分以内であった。反応生成物を ^1H -NMR で分析した。図 5 は、実施例 2 の水素化反応の収率を示す図である。図から明らかなように、反応生成物を ^1H -NMR で分析したところ、シクロヘキセン-2-オンがほぼ完全に水素化され、収率約 100% でシクロヘキサノンが得られた。

【実施例 3】

【0027】

実施例 3 として、被還元物質として 2, 4-ジフェニル-4-メチル-1-ペンテンを使用し、被還元物質の THF 希釈液濃度及びその流量、水素 9 の流量を実施例 1 と同じ条件で、水素化反応を行った。反応時間は 5 分以内であった。

反応生成物を ^1H -NMR で分析したところ、2, 4-ジフェニル-4-メチル-1-ペンテンがほぼ完全に水素化され、収率約 100% で 2, 4-ジフェニル-2-メチル-ペンタンが得られた（図 5 参照）。

【実施例 4】

【0028】

実施例 4 として、被還元物質として 1, 4-ジフェニル-1, 3-ブタジエンを使用し、被還元物質の THF 希釈液濃度及びその流量、水素 9 の流量を実施例 1 と同じ条件で水素化反応を行った。反応時間は 5 分以内であった。

反応生成物を ^1H -NMR で分析したところ、1, 4-ジフェニル-1, 3-ブタジエンがほぼ完全に水素化され、収率約 100% で 1, 4-ジフェニルブタンが得られた（図 5 参照）。

【実施例 5】

【0029】

実施例 5 として、被還元物質として 1, 2-ジフェニルアセチレンを使用し、被還元物質の THF 希釈液濃度及びその流量、水素 9 の流量を実施例 1 と同じ条件で、水素化反応を行った。反応時間は 5 分以内であった。

反応生成物を ^1H -NMR で分析したところ、1, 2-ジフェニルアセチレンがほぼ完全に水素化され、収率約 100% で 1, 2-ジフェニルエタンが得られた（図 5 参照）。

【実施例 6】

【0030】

実施例 6 として、被還元物質として 3-フェニル-2-プロピノールを使用し、被還元物質の THF 希釈液濃度及びその流量、水素 9 の流量を実施例 1 と同じ条件で、水素化反応を行った。反応時間は 5 分以内であった。

反応生成物を ^1H -NMR で分析したところ、3-フェニル-2-プロピノールがほぼ

完全に水素化され、収率約100%で3-フェニル-1-プロパノールが得られた(図5参照)。

【実施例7】

【0031】

実施例7として、被還元物質として1-フェニルシクロヘキセンを使用し、被還元物質のTHF希釈液濃度及びその流量、水素9の流量を実施例1と同じ条件で、水素化反応を行った。反応時間は5分以内であった。

反応生成物を¹H-NMRで分析したところ、1-フェニルシクロヘキセンがほぼ完全に水素化され、収率99%でフェニルシクロヘキサンが得られた(図5参照)。

【0032】

本発明は、上記実施例に限定されることなく、特許請求の範囲に記載した発明の範囲内で種々の変形が可能であり、それらも本発明の範囲内に含まれることはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の実施の形態に用いるマイクロリアクターの構成を模式的に示し、(a)は平面図、(b)は(a)のY-Y線に沿う断面図を示している。

【図2】本発明に用いるマイクロリアクターのマイクロチャンネルを通過する溶液及び水素の状態を示す断面図である。

【図3】PI触媒をマイクロチャンネルに担持する反応を模式的に示す図である。

【図4】実施例1のベンザルアセトンの水素化反応による反応生成物を示す図である。

【図5】実施例2～7の水素化反応の収率を示す図である。

【図6】従来のマイクロチャンネル中の、(a)スラグフロー及び(b)パイプフローを模式的に示す断面図である。

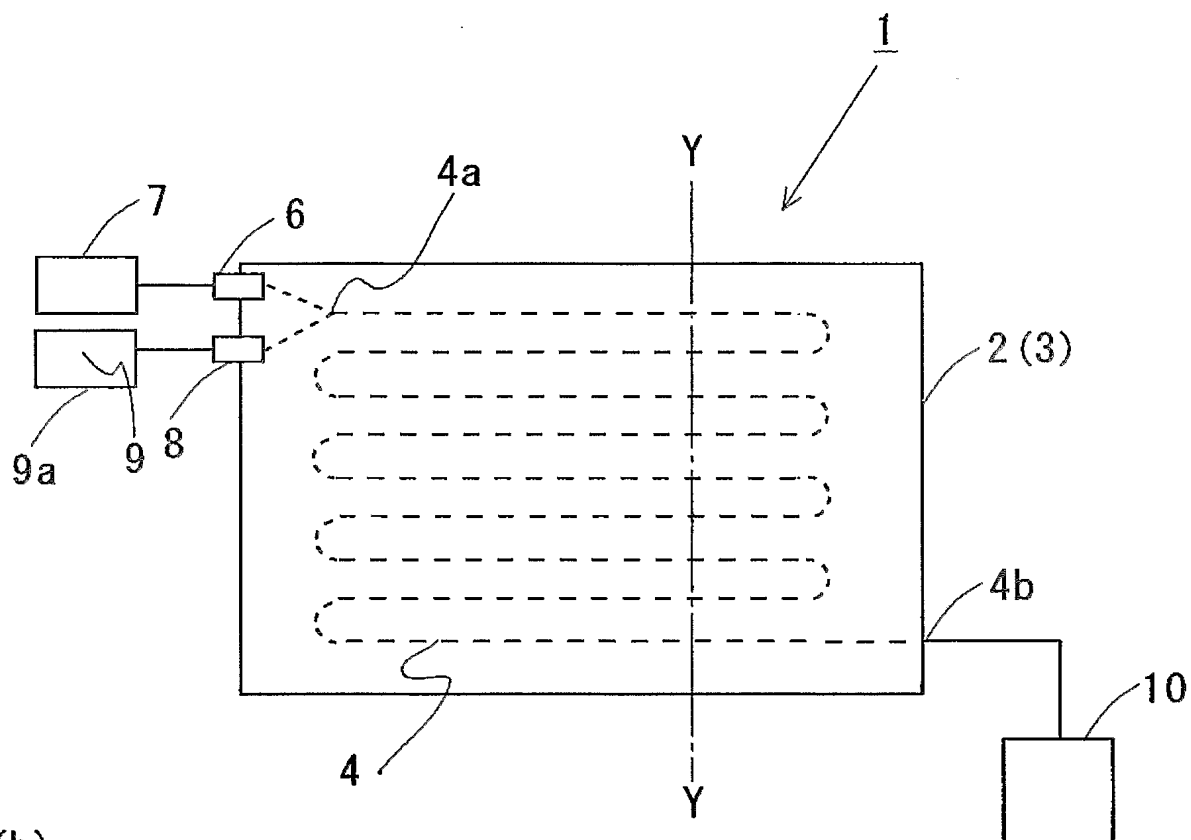
【符号の説明】

【0034】

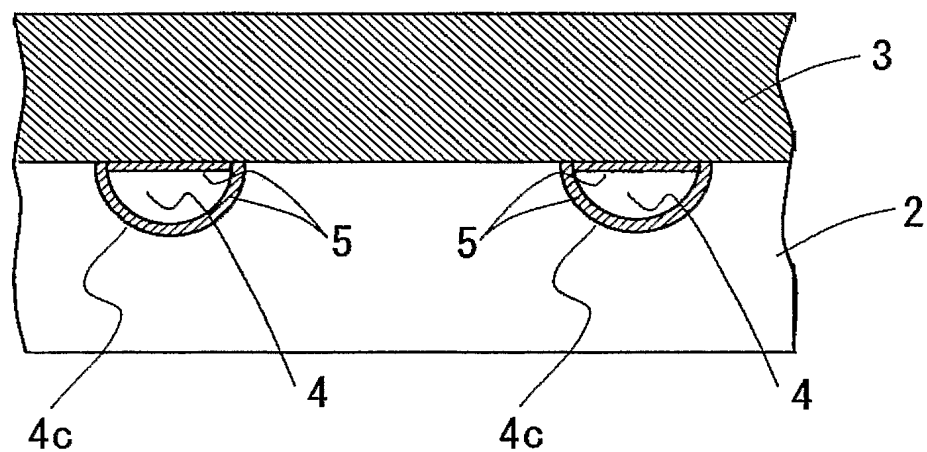
- 1: マイクロリアクター
- 2, 3: 基板
- 4: マイクロチャンネル(流路)
- 4a: マイクロチャンネル(流路)の入力部
- 4b: マイクロチャンネル(流路)の出力部
- 4c: マイクロチャンネル(流路)内壁
- 4d: マイクロチャンネルの表面基と触媒のスペーサー
- 5: マイクロチャンネルの表面に担持(固定)された触媒
- 5a: マイクロカプセル化された触媒
- 6: 送液ポンプ
- 7: 溶液
- 8: ガスバルブ
- 9: 水素
- 9a: 水素ボンベ
- 10: 回収容器
- 12: マイクロチャンネルを通過する反応溶液
- 14: マイクロチャンネルを通過する水素

【書類名】 図面
【図 1】

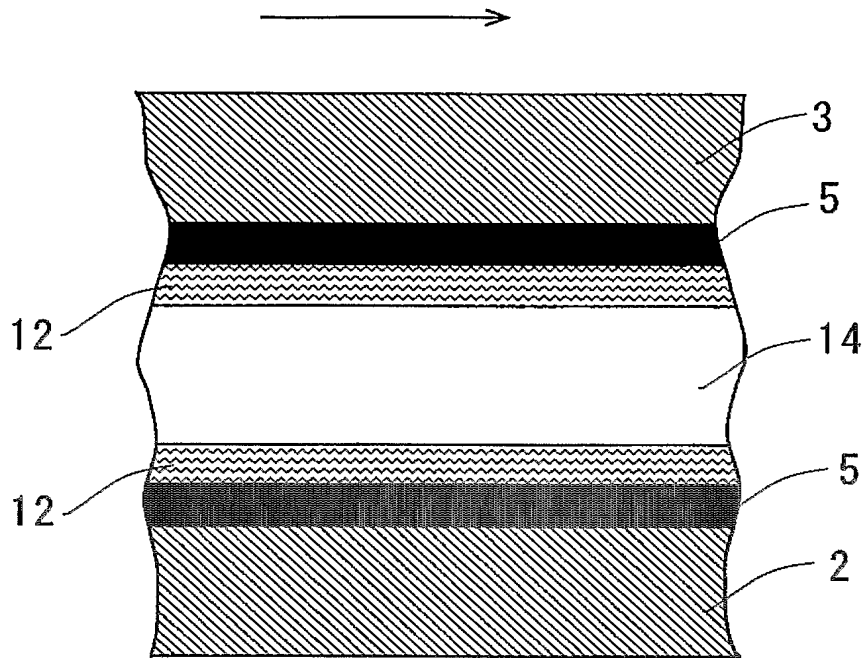
(a)



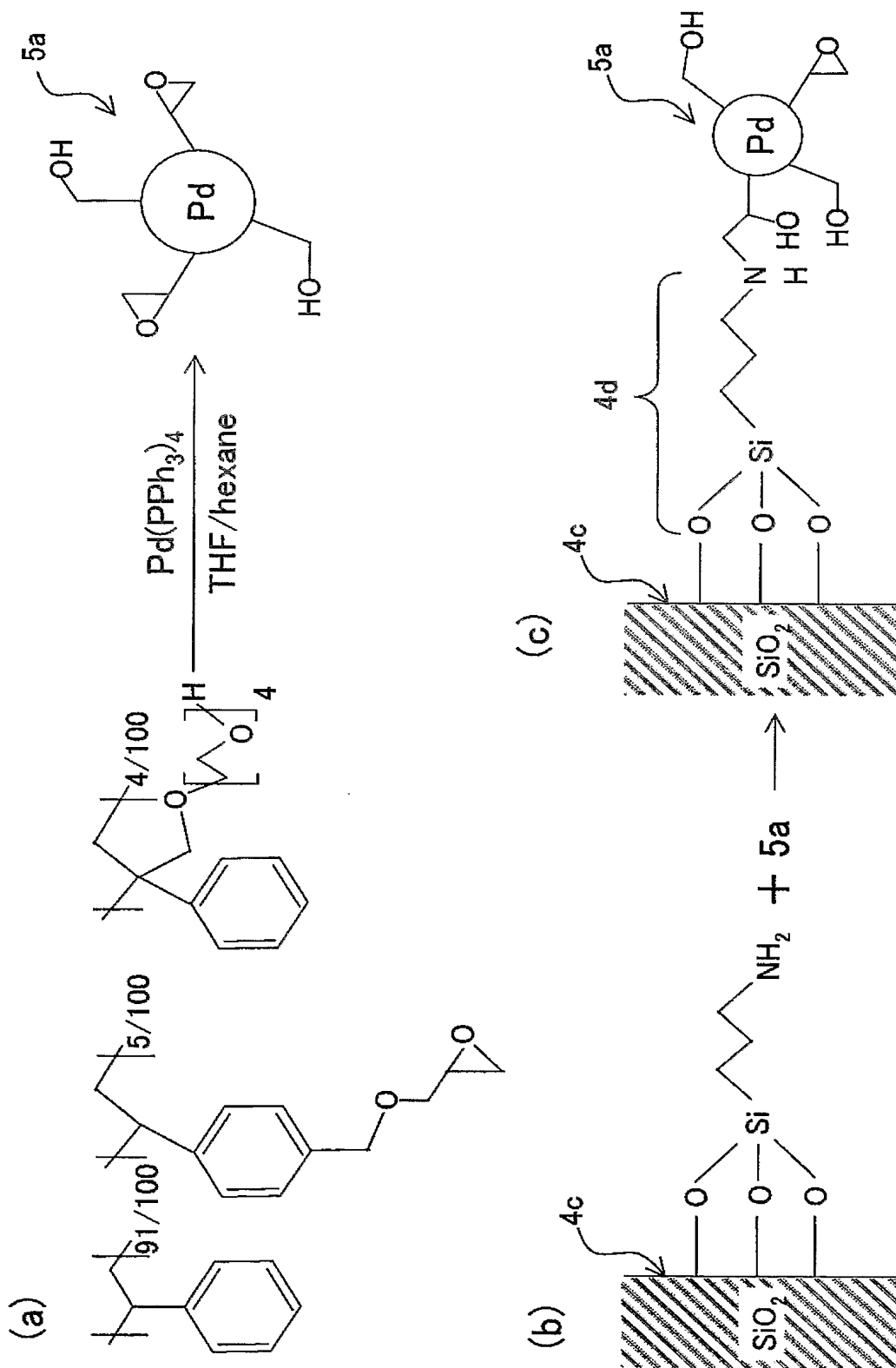
(b)



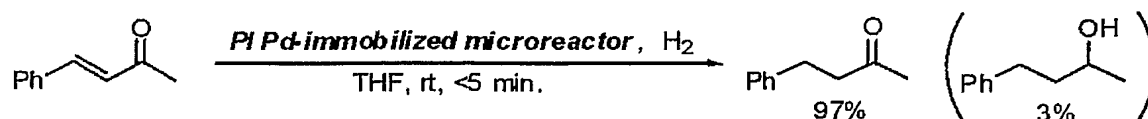
【図 2】



【図 3】



【図 4】

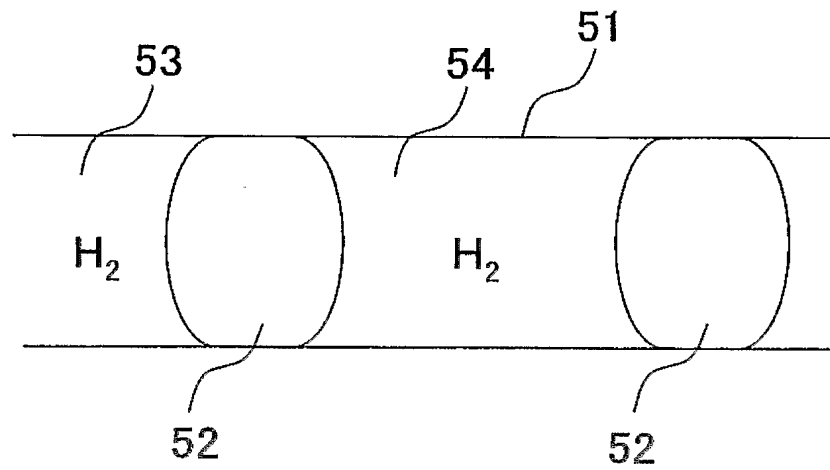


【図 5】

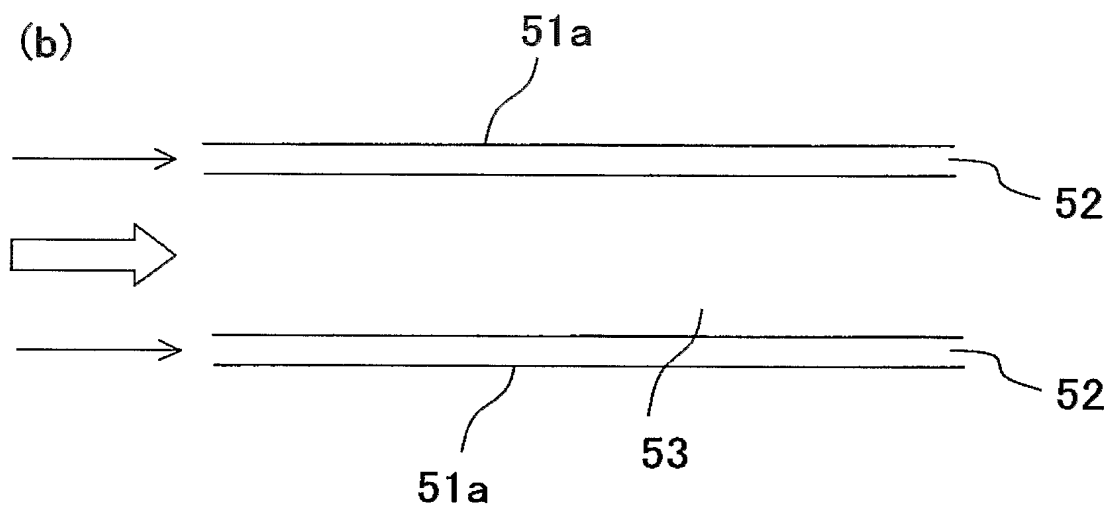
| Pd=immobilized chip, H ₂ (1cm ³ /min) THF, rt, <5min. | | | |
|--|-------|-------|-------|
| 実施例 | 被還元物質 | 反応生成物 | 収率(%) |
| 2 | | | 100 |
| 3 | | | 100 |
| 4 | | | 100 |
| 5 | | | 100 |
| 6 | | | 100 |
| 7 | | | 99 |

【図 6】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 固相－液相－気相の 3 相系接触還元反応を短時間で収率良く行うことができる、マイクロリアクターを用いた接触還元反応方法を提供する。

【解決手段】 流路 4 の内壁 4 c に固相となる金属触媒 5 又は金属錯体触媒 5 を担持したマイクロリアクター 1 を用いる接触還元反応方法であって、液相となる被還元物質を溶解した溶液 7 及び気相となる水素 9 を、流路 4 にパイプフロー状態で流し、溶液 7 と気体 9 との反応を金属触媒 5 又は金属錯体触媒 5 により促進される固相－液相－気相の 3 相系接触還元反応で行う。金属触媒 5 又は金属錯体触媒 5 は高分子に取り込まれている。被還元物質の 3 相系接触還元反応による水素化反応を短時間で収率よく行うことができる。不飽和有機物の水素化反応には、パラジウム触媒を用いると反応時間が早く収率が高い。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 0 2 4 3 7 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [5 0 3 3 6 0 1 1 5]

1. 変更年月日 2 0 0 3 年 1 0 月 1 日
[変更理由] 新規登録
住 所 埼玉県川口市本町 4 丁目 1 番 8 号
氏 名 独立行政法人 科学技術振興機構
2. 変更年月日 2 0 0 4 年 4 月 1 日
[変更理由] 名称変更
住 所 埼玉県川口市本町 4 丁目 1 番 8 号
氏 名 独立行政法人科学技術振興機構